บทที่ 1

บทนำ

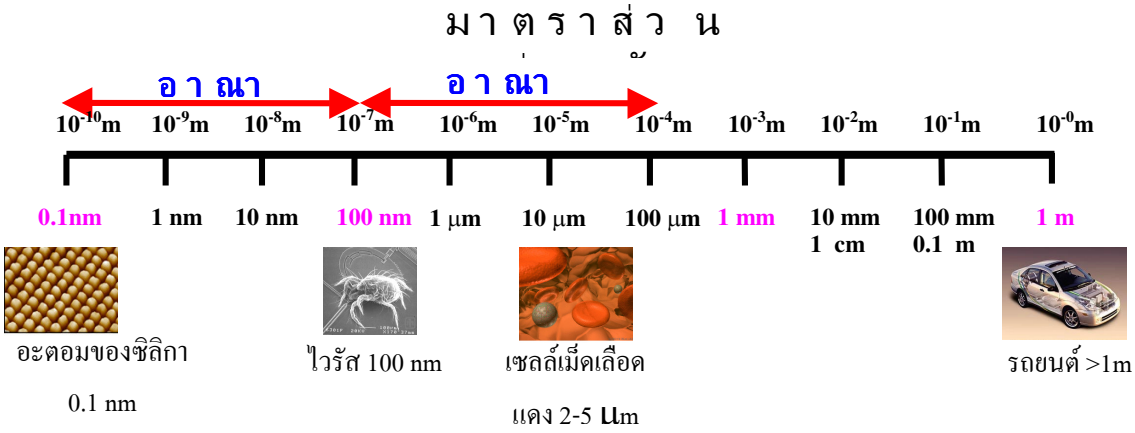
1.1 บทนำต้นเรื่อง

"นาโน" มีรากศัพท์มาจากภาษากรีกโบราณ แปลว่า "แคระ" แต่ในปัจจุบันคำว่านาโนมักใช้กับหน่วยวัดที่แสดงถึงขนาดเล็กเป็นพันล้านส่วน เช่น 1 nm มีขนาดเท่ากับหนึ่งในพันล้านส่วนของเมตรหรือมีขนาดเล็กกว่าเส้นผมของคนประมาณหนึ่งแสนเท่า (1 nm = 10^{-9}m) นาโนมีขนาดเล็กจัดอยู่ในระดับอะตอม ซึ่งเล็กมากจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าหรือกล้องจุลทรรศน์ เมื่อเทียบสัดส่วนขนาดของนาโนจะเริ่มตั้งแต่ขนาดอะตอมของธาตุไฮโดรเจนขึ้นไป ซึ่งมีขนาดเล็กประมาณ 0.1 nm จนถึงขนาดของไวรัสซึ่งมีขนาดประมาณ 100 nm เพราะเมื่อมีขนาดใหญ่กว่าหน่วยนาโนจะใช้หน่วยวัดที่ใหญ่ขึ้นตามลำดับ เช่น μm, mm, cm และ m เป็นต้น มาตราส่วนหน่วยวัดขนาดแสดงในรูปที่ 1.1 (รอฮีม, 2547)

ความหมายอย่างเรียบง่ายที่สุดของ "นาโนศาสตร์ (nanoscience)" คือ การศึกษาหลักการพื้นฐานของโมเลกุลและโครงสร้างขนาด 1 – 100 nm โครงสร้างเหล่านี้เรียกรวมว่า โครงสร้างนาโน (nanostructure) พอลิเมอร์ – ดินเหนียวนาโนคอมโพสิทนับเป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์แขนงนาโนศาสตร์ที่ถูกค้นพบเมื่อประมาณ 20 - 30 ปีที่ผ่านมาและได้มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นเป็นลำดับจนสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กหรือผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบภายในโครงสร้างขนาดเล็กมากในระดับอะตอมหรือโมเลกุลได้ โดยเติมอนุภาคขนาดเล็กมากในระดับ 1 - 100 nm ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าสารตัวเติมทั่วไปหลายร้อยเท่าถึงหลายหมื่นเท่าเป็นองค์ประกอบภายในเนื้อพอลิเมอร์ (Ray *et al.,* 2003) การศึกษาพอลิเมอร์นาโนคอมโพสิทนับเป็นกระบวนการพัฒนาสมบัติของพอลิเมอร์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เช่น สมบัติเชิงฟิสิกส์ สมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน ความต้านทานต่อสารเคมี การป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ และสมบัติการหน่วงไฟ เป็นต้น ตัวอย่างกลุ่มผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ – ดินเหนียวนาโนคอมโพสิทที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมปัจจุบัน เช่น กลุ่มผลิตภัณฑ์เสริมแรง กลุ่มผลิตภัณฑ์วัสดุการแพทย์ กลุ่มผลิตภัณฑ์ด้านอาหารและสุขภาพ กลุ่มผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ และกลุ่มผลิตภัณฑ์เคลือบผิว เป็นต้น

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเตรียมและสมบัติของพอลิเมอร์ – ดินเหนียวนาโนคอมโพสิท โดยเลือกใช้พอลิซัลโฟน (polysulfone, PSF) เป็นพอลิเมอร์หลักในขั้นตอนการวิจัย พอลิซัลโฟนจัดเป็นพอลิเมอร์วิศวกรรมที่มีความแข็งแรงสูง ทนทานต่อแรงกระทำและแรง

กระแทกสูงๆได้ดี (Smith, 2547) มาศึกษาและพัฒนาให้มีสมบัติที่ดียิ่งขึ้น โดยเติมดินเหนียวชนิดมอนท์โมริลโลไนท์ (montmorillonite, MMT) ที่มีการปรับสภาพโครงสร้างของชั้นดินเหนียวด้วยแคทไอออนของสารลดแรงตึงผิว ส่งผลให้พอลิซัลโฟน – ดินเหนียวนาโนคอมโพสิทมีสมบัติบางประการดีขึ้น เช่น ความทนต่อแรงดึง มอดุลัส ความต้านทานต่อแรงกระแทกแบบดึง และสมบัติทางความร้อน เป็นต้น จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การเติมดินเหนียวปรับสภาพจะทำให้พอลิซัลโฟน – ดินเหนียวนาโนคอมโพสิทมีสมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน และสมบัติด้านอื่นๆเพิ่มสูงขึ้น (Sur *et al.*, 2001; Yeh *et al.*, 2003) และการศึกษาพอลิเมอร์ - ดินเหนียวนาโนคอมโพสิทยังเป็นการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์ให้ดียิ่งขึ้น เพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศในอนาคต



รูปที่ 1.1 มาตราส่วนหน่วยวัดขนาด (ดัดแปลงจาก รอฮีม, 2547)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาวิธีการสังเคราะห์ดินเหนียวปรับสภาพ
2. ศึกษาผลการแปรปริมาณสารลดแรงตึงผิวในการสังเคราะห์ดินเหนียวปรับสภาพ
3. ศึกษาผลการแปรชนิดสารลดแรงตึงผิวในการสังเคราะห์ดินเหนียวปรับสภาพ
4. ศึกษาวิธีการเตรียมพอลิเมอร์ – ดินเหนียวนาโนคอมโพสิทระหว่างพอลิซัลโฟนกับดินเหนียวปรับสภาพโดยเทคนิคสารละลาย
5. ศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติทางความร้อนของพอลิซัลโฟน – ดินเหนียวนาโนคอมโพสิท

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. สังเคราะห์ดินเหนียวปรับสภาพระหว่างดินเหนียวมอนท์โมริลโลไนท์กับสารลดแรงตึงผิว โดยมีตัวแปรที่สำคัญ คือ
   1.1 แปรปริมาณสารลดแรงตึงผิวในการสังเคราะห์ต่างกันคือ 0.5, 1 และ 1.5 เท่าของค่า CEC
   1.2 แปรชนิดสารลดแรงตึงผิวที่แตกต่างกัน คือ เมทิลพอลิออกซีเอทิลีนออกตะเดกคะนะแอมโมเนียมคลอไรด์ และไดออกตะเดกซิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์
2. ทดสอบสมบัติดินเหนียวและดินเหนียวปรับสภาพ
   2.1 ทดสอบค่าการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (cation exchange capacity, CEC)
   2.2 ทดสอบดัชนีการบวมตัว (swelling index)
   2.3 ตรวจสอบระยะห่างระหว่างชั้นดินเหนียว (d - spacing)
3. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมพอลิซัลโฟน – ดินเหนียวนาโนคอมโพสิท
   3.1 วิธีการเตรียมแบบสารละลาย
   3.2 อิทธิพลของการแปรปริมาณดินเหนียวปรับสภาพในสัดส่วนต่างกันคือ 1, 3 และ 5 wt%
   3.3 อิทธิพลของการแปรชนิดดินเหนียวปรับสภาพ
4. ทดสอบสมบัติและตรวจสอบคุณลักษณะของพอลิซัลโฟน – ดินเหนียวนาโนคอมโพสิท
   4.1 ทดสอบสมบัติทางกายภาพ (physical properties)
   4.2 ตรวจสอบโครงสร้างของชั้นดินเหนียวด้วยเครื่องตรวจสอบการกระเจิงของรังสีเอกซ์ (X - ray diffractometer, XRD) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscope, TEM)
   4.3 ตรวจสอบโครงสร้างของพอลิซัลโฟนและดินเหนียวด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (infrared spectrophotometer)
   4.4 ทดสอบความทนต่อแรงดึง (tensile properties)
   4.5 ทดสอบความต้านทานต่อแรงกระแทกแบบดึง (tensile impact resistance)
   4.6 วิเคราะห์สมบัติทางความร้อนด้วยเครื่องเทอร์โมกราวิเมตตริก (thermogravimetric analysis, TGA) และทดสอบสมบัติความร้อนเชิงพลวัต (dynamic mechanical thermal analysis, DMTA)
5. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลที่เป็นพื้นฐานในการวิจัยทางด้านพอลิเมอร์ – ดินเหนียวนาโนคอมโพสิท เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงในภาคอุตสาหกรรม
2. พัฒนาแนวทางในการปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์โดยการเติมดินเหนียวชนิดมอนท์โมริลโลไนท์
3. ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรง ทนต่อแรงดึงได้ดี และสมบัติทางความร้อนที่ดีขึ้นโดยปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์ด้วยสารตัวเติมที่มีขนาดอนุภาคเล็กมากในระดับนาโน และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์อีกด้วย